

SLIDING BEARING (VERSIONS)**Publication number:** RU2190786**Publication date:** 2002-10-10**Inventor:** ORLOV G V; SAPELKIN V S; FIRSOV V P**Applicant:** OOO SIR; EHMIKS**Classification:****- international:** **F16C27/02; F16C33/04; F16C27/00; F16C33/04; (IPC1-7):**
F16C33/04; F16C27/02**- european:****Application number:** RU20000120070 20000731**Priority number(s):** RU20000120070 20000731[Report a data error here](#)**Abstract of RU2190786**

mechanical engineering; sliding bearings. **SUBSTANCE:** sliding bearing with ceramic friction pairs can be used in friction units designed for operation in aggressive media containing abrasives at wide temperature and pressure ranges. Bearing has ceramic fixed outer holder and movable inner bushing in which flexible bushing is tightly fitted-in. Flexible bushing is made stepped over entire length, stepped surface being formed by central and end sections. Central section is provided with through longitudinal slots in cross section which can be made inclined and symmetrically. Central section can be made in form of double-start flat spring. **EFFECT:** prevention of breaking tension stresses in movable bushing of ceramic friction pair. 3 cl, 4 dwg

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

A PLAIN BEARING (EMBODIMENTS)

The invention relates to mechanical engineering, and namely, to plain bearings with ceramic frictional pairs and can be used in frictional units designed for operation in abrasive-containing corrosive fluids within a wide range of temperatures and pressures. The bearing comprises a stationary ceramic outer race and a movable ceramic inner sleeve, wherein a resilient bushing is tightly fitted. The bushing is made so that it has a stepwise shape of its surface throughout the entire length thereof, this surface being defined between the central portion and the end portions of the bushing. The central portion is provided with longitudinal slots cut through its cross-section, which slots can be made so that they are inclined and symmetrical. The central portion can be also made in the form of a double-start strip spring. The technical result attainable thereby resides in eliminating the breaking tensile stresses in the movable sleeve of the inventive ceramic frictional pair.

(19) RU (11) 2190786 (13) C2

(51) 7 F16C33/04, F16C27/02



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(РОСПАТЕНТ)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Российской Федерации

Статус: по данным на 30.05.2006 - действует

(14) Дата публикации: 2002.10.10

(21) Регистрационный номер заявки: 2000120070/28

(22) Дата подачи заявки: 2000.07.31

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
2000.07.31

(45) Опубликовано: 2002.10.10

(56) Аналоги изобретения: RU 2007634, 15.02.1994. DE
3520560, 10.12.1986. EP 0421619, 10.04.1991. WO
90/05247, 17.05.1990.

(71) Имя заявителя: Общество с
ограниченной ответственностью
"Сирэмикс"

(72) Имя изобретателя: Орлов Г.В.;
Сапелкин В.С.; Фирсов В.П.

(73) Имя патентообладателя: Общество с
ограниченной ответственностью
"Сирэмикс"

(98) Адрес для переписки: 142116,
Московская обл., г. Подольск, ул.
Ульяновых, 17, кв.33, В.С.Сапелкину

(54) ПОДШИПНИК СКОЛЬЖЕНИЯ (ВАРИАНТЫ)

Изобретение относится к машиностроению, а именно к подшипникам скольжения с керамическими парами трения, и может быть использовано в узлах трения, предназначенных для работы в абразивосодержащих, агрессивных средах в широком диапазоне температур и давлений. Подшипник содержит керамические неподвижную наружную обойму и подвижную внутреннюю втулку, в которой плотно закреплена упругая втулка. По своей длине втулка выполнена со ступенчатой формой поверхности, образованной центральным и концевыми участками. Центральный участок выполнен со сквозными продольными прорезями в его поперечном сечении, которые могут быть выполнены наклонными и симметричными. Центральный участок также может быть выполнен в виде двухзаходной ленточной пружины. Технический результат - исключение разрушающих растягивающих напряжений в подвижной втулке керамической пары трения. 2 с. и 1 з.п. ф-лы, 4 ил.

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение относится к машиностроению, а именно к подшипникам скольжения с керамическими парами трения, и может быть использовано в узлах трения, предназначенных для работы в абразивосодержащих агрессивных средах в широком диапазоне температур и давлений, в частности в погружных электроцентробежных насосах для добычи нефти, в герметичных химических насосах с магнитной муфтой и т. д.

Использование керамических деталей в подшипниках скольжения осложняется их хрупкостью, большими различиями с металлическими деталями в константах упругости, теплопроводности и терморасширения, что вызывает существенные трудности при конструктивном объединении керамических и металлических компонентов в узлах трения насосного и другого оборудования (World Pumps, 1994, 330, pp. 51-52).

Известен подшипник скольжения, содержащий пару трения, образованную внутренней втулкой и наружной обоймой, выполненными из керамического материала, например из керамики на основе частично стабилизированного циркония или алюминия. Внутренняя втулка по своей внутренней гладкостенной цилиндрической поверхности плотно закреплена на поверхности металлического вала и вращается вместе с ним, а наружная обойма плотно закреплена в корпусе (EP 0421619, МКИ F 16 C 33/04, 17/10, опубл. 24.05.1995 г.).

Недостаток известного подшипника заключаются в том, что при тепловыделении в паре трения, возникающем в процессе работы подшипника, а также в случае повышения температуры рабочей жидкости, омывающей пару трения, внутренняя керамическая втулка может хрупко разрушиться из-за растягивающих контактных радиальных напряжений, возникающих в ней вследствие терморасширений вала.

Известен подшипник скольжения, содержащий пару трения, образованную внутренней втулкой и наружной обоймой, выполненными из керамического материала, например из карбида кремния. Внутренняя втулка выполнена с гладкостенной наружной и внутренней поверхностями и зафиксирована на валу с помощью шпонки, входящей в торцевую прорезь втулки. Наружная обойма выполнена с дискретно расположенными, взаимно перпендикулярно ориентированными друг относительно друга выемками на ее внешней поверхности и плотно закреплена в корпусе от проворота с помощью напрессованной на нее резиновой втулки, заполняющей указанные прорези (заявка Германии 3520560, МКИ F 16 C 27/06, опубл. 11.12.1986 г.).

Основной недостаток известного подшипника состоит в том, что при передаче крутящего момента от вала на внутреннюю керамическую втулку с помощью шпонки возможно хрупкое разрушение втулки из-за биений в местах ее контакта со шпонкой. Кроме того, выполнение торцевой прорези во внутренней керамической втулке создает в ней дополнительные концентраторы напряжений.

Наиболее близким к заявляемому подшипнику скольжения по решаемой технической задаче является подшипник, содержащий пару трения, образованную подвижным вкладышем и неподвижной опорой, выполненными из углеродного композиционного материала, включающего пиролитический углерод и карбид кремния. Между корпусом подшипника и опорой размещен один упругий элемент, другой упругий элемент размещен между металлической втулкой, напрессованной на поверхность несущего вала и вкладышем. Упругие элементы выполнены из эластичного материала, например из вулканизированной резины. Скрепление керамического вкладыша с металлической втулкой и керамической опоры с корпусом образовано с помощью соответствующих торцевых прорезей и выступов (пат. России 2007634, МКИ F 16 C 27/02, заявл. 26.11.1991 г.).

Недостатки известного подшипника заключаются в следующем. Как отмечено выше, выполнение торцевых прорезей в хрупких керамических деталях пары трения создает в них дополнительные концентраторы напряжений, увеличивающие опасность их хрупкого разрушения в местах контакта с металлическими деталями. В керамическом вкладыше, вследствие низкой теплопроводности внутреннего резинового упругого элемента, могут возникать термонапряженя, также способные вызвать хрупкое разрушение вкладыша. Выполнение упругих элементов из резиновых материалов, склонных к старению и имеющих ограниченный температурный диапазон использования, снижает износостойкость подшипника в абразивосодержащих химически активных жидкостях, ограничивает температурный диапазон и ресурс его эксплуатации.

Анализ показывает, что в области подшипников скольжения с керамическими парами трения актуальной является задача предотвращения разрушения подвижной керамической втулки от возникающих в ней растягивающих напряжений. Например, в ряде конструкций химических центробежных насосов с подшипниками скольжения из карбида кремния стремятся снизить такие напряжения путем использования особо массивных втулок из карбида кремния (проспект фирмы ALLWEILER, 1998 г. , с. 6-7). Однако это приводит к существенному увеличению габаритов подшипниковых узлов, усложняет и удорожает конструкции насосных агрегатов.

Изобретением решается задача повышения эксплуатационной надежности подшипников скольжения с керамическими парами трения.

Технический результат, который может быть получен при использовании предлагаемого подшипника, заключается в исключении разрушающих растягивающих напряжений в подвижной втулке керамической пары трения.

Поставленная задача решается двумя вариантами выполнения предлагаемого подшипника скольжения.

В первом варианте выполнения подшипника скольжения, содержащем керамическую пару трения, образованную неподвижной наружной обоймой и подвижной внутренней втулкой, в которой плотно закреплена упругая втулка, служащая для передачи вращения от вала, упругая втулка по своей длине выполнена со ступенчатой формой поверхности, образованной центральным и концевыми участками, центральный участок выполнен со сквозными продольными прорезями в его поперечном сечении, плотное закрепление упругой втулки образовано только на длине ее центрального участка, а ее концевые участки выполнены с возможностью соединения ее с валом.

При этом сквозные продольные прорези могут быть выполнены наклонными, а также они могут быть расположены симметрично в поперечном сечении центрального участка.

Во втором варианте выполнения подшипника скольжения, содержащем керамическую пару трения, образованную неподвижной наружной обоймой и подвижной внутренней втулкой, в которой плотно закреплена упругая втулка, служащая для передачи вращения от вала, упругая втулка по своей длине выполнена со ступенчатой формой поверхности, образованной центральным и концевыми участками, центральный участок выполнен в виде ленточной пружины с витками, ориентированными в направлении, противоположном направлению вращения вала, плотное закрепление упругой втулки образовано только на длине ее центрального участка, а ее концевые участки выполнены с возможностью соединения ее с валом.

При этом ленточная пружина может быть выполнена по меньшей мере двухзаходной.

Выполнение упругой втулки со ступенчатой формой по ее длине позволяет вставлять ее во внутреннюю гладкостенную керамическую втулку, не создавая в последней краевые растягивающие напряжения как при сборке, так и при работе подшипника, которые иначе могут в несколько раз превышать допустимые растягивающие напряжения для керамики. При этом, согласно первому варианту выполнения подшипника, за счет радиальной упругой деформации центрального участка, имеющего на своей длине продольные сквозные прорези, обеспечивается плотное закрепление упругой втулки во внутренней керамической втулке только на этом участке. Контактное усилие при закреплении выбирается из условия обеспечения передачи требуемого момента вращения от вала на внутреннюю керамическую втулку. В конструкции конкретного узла трения это достигается путем выбора площади контакта, количества и геометрии (ширины, длины) продольных прорезей с учетом толщины обеих втулок и их физико-механических свойств. При работе подшипника, когда температура пары трения увеличивается, разность между терморасширениями керамической и упругой втулок компенсируется за счет упругой деформации центрального участка, что исключает возникновение в керамической втулке дополнительных растягивающих напряжений и предохраняет ее от хрупкого разрушения,

Выполнение упругой втулки с концевыми участками, свободными от контакта с внутренней посадочной поверхностью керамической втулки, позволяет выполнять на этих участках различные прорези, отверстия, шлицы и т.п. элементы, служащие для механического закрепления упругой втулки на валу и не создающие растягивающих напряжений в керамической втулке.

Выполнение на центральном участке упругой втулки сквозных продольных прорезей наклонными позволяет при сборке подшипника более плавно вставлять ее внутрь керамической втулки и дополнительно, за счет выбора угла наклона, а также симметрии прорезей в поперечном сечении центрального участка, расширяет возможности расчета и выбора контактных усилий.

По второму варианту выполнения подшипника выполнение центрального участка упругой втулки в виде ленточной пружины позволяет использовать свойство пружины существенно уменьшать и увеличивать свой диаметр при небольших угловых поворотах ее торцов друг относительно друга, а также при ее растяжении и сжатии. Это позволяет свободно размещать упругую втулку внутри керамической втулки в процессе сборки и создавать требуемое контактное усилие между втулками путем фиксирования ее торцов. Ориентация витков ленточной пружины противоположно направлению вращения вала приводит к стремлению пружины увеличить свой диаметр при вращении вала и, следовательно, к увеличению контактного усилия между упругой и керамической втулками. Величина контактного усилия может задаваться, например, путем фиксации углового поворота торцов упругой втулки друг относительно друга после ее установки на валу с помощью шпонки, а также путем поджатия торцов или путем их поворота и поджатия.

При нагреве пары трения разность между терморасширениями керамической и упругой втулок компенсируется за счет удлинения ленточной пружины на центральном участке упругой втулки, что исключает возникновение в керамической втулке дополнительных растягивающих напряжений и предохраняет ее от хрупкого разрушения.

Выполнение ленточной пружины двух- и более заходной расширяет возможности варьирования ее жесткостью и позволяет существенно снизить требования к точности изготовления посадочных размеров между валом и упругой втулкой, что особенно важно для снижения сложности и стоимости изготовления керамических подшипников скольжения с малыми диаметрами.

Кроме того, за счет протекания рабочей жидкости между витками ленточной пружины улучшается охлаждение пары трения, что позволяет снизить в ней термонапряжения.

Предлагаемый подшипник скольжения изображен на следующих чертежах. На фиг. 1 показан подшипник по первому варианту выполнения, разрез; на фиг.2 - сечение А-А на фиг.1; на фиг.3 показан подшипник по второму варианту выполнения, разрез; на фиг.4 - сечение Б-Б на фиг.4.

По первому варианту подшипник скольжения, изображенный на фиг.1 и 2, содержит керамическую пару трения, образованную неподвижной наружной обоймой 1 и подвижной гладкостенной внутренней втулкой 2, в которой размещена упругая втулка 3, состоящая из центрального участка 4 и концевых участков 5, 6. Плотное закрепление между втулками 2 и 3 образовано только на длине центрального участка, выполненного со сквозными продольными прорезями 7 (на чертеже показаны четыре прорези, симметрично расположенные в поперечном сечении центрального участка). На концевых участках 5, 6 втулки 3 выполнена прорезь 8, служащая для закрепления втулки 3 на валу с помощью шпонки (на чертеже не показано). Между наружной поверхностью концевых участков 5, 6 и внутренней поверхностью керамической втулки 2 образованы кольцевые зазоры 9, 10. На внутренней поверхности керамической наружной обоймы 1 выполнены продольные каналы 11, служащие для протекания рабочей жидкости через подшипник.

По второму варианту подшипник скольжения, изображенный на фиг.3 и 4, отличается от вышеописанного тем, что в нем упругая втулка 3, содержащая концевые цилиндрические участки 5 и 6, выполнена на длине центрального участка 4 в виде однозаходной ленточной пружины 7, полученной путем прорезания втулки по спирали резцом. Плотное закрепление между втулками 2 и 3 образовано только на длине ленточной пружины 7, а закрепление втулки 2 на валу, так же как и в первом варианте, осуществляется с помощью шпонки. Остальные обозначения позиций на фиг.3 и 4 аналогичны обозначениям на фиг.1 и 2.

Пример 1 (по первому варианту выполнения подшипника).

В подшипнике скольжения для погружного электроцентробежного насоса, предназначенного для работы в пластовых жидкостях с высоким содержанием абразивных частиц при температуре от -60°C до +150°C, наружная обойма 1 с толщиной стенки 6 мм и внутренняя втулка 2 с толщиной стенки 5,5 мм выполнены из карбида кремния. Упругая втулка 3 выполнена из стали типа 40Х13 с толщиной стенки 1,25 мм на длине центрального участка 4, имеет здесь четыре сквозных прорези 7 шириной до 1,5 мм каждая, посадка с натягом 0,048...0,069 мм установлена внутри втулки 2 и закреплена на валу с помощью шпонки. В процессе работы насоса радиальное терморасширение вала воспринимается только концевыми участками стальной втулки 3 и не передается на керамическую втулку 2. Радиальное терморасширение центрального участка стальной втулки компенсируется упругой деформацией его поверхности между прорезями 7 и не вызывает в керамической втулке растягивающих напряжений, превосходящих заданные значения.

Пример 2 (по второму варианту выполнения подшипника). В подшипнике скольжения керамическая пара трения 1, 2 выполнена из карбида кремния аналогично примеру 1. Упругая втулка 3 выполнена из стали типа 95Х18 с толщиной стенки 1 мм на длине центрального участка 4, выполненного в виде однозаходной ленточной пружины 7. Перед размещением втулки 3 внутри керамической втулки 2 ее слегка растягивают или поворачивают ее торцы так, чтобы диаметр ленточной пружины уменьшился и позволил свободно вставить ее во втулку 2. Затем пружину сжимают или разворачивают ее торцы так, чтобы она плотно прижалась к внутренней поверхности втулки 2 с требуемым контактным усилием и закрепляют концевые участки 5 и 6 втулки 3 на валу с помощью шпонки или штифтов. В процессе работы насоса радиальное терморасширение вала воспринимается только концевыми участками стальной втулки 3 и не передается на керамическую втулку 2. Радиальное терморасширение центрального участка стальной втулки компенсируется упругой деформацией

ленточной пружины, приводящей к ее удлинению, и не вызывает в керамической втулке растягивающих напряжений, превосходящих заданные значения.

В обоих вариантах выполнения предлагаемого подшипника его ресурс составляет не менее 25 000 часов.

В обоих вариантах, исходя из конкретного назначения насосного агрегата или другого изделия с керамическими подшипниками скольжения, упругая втулка может изготавливаться из различных материалов с учетом обеспечения необходимой износостойкости пары трения в абразивосодержащих химически активных жидкостях при низких и высоких температурах.

Например, для изготовления таких конструктивно не сложных втулок могут быть использованы коррозионностойкие стали, титановые, алюминиевые и др. сплавы, пластмассы и композиционные материалы, в том числе с различными защитными покрытиями, используемыми в современной технике.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

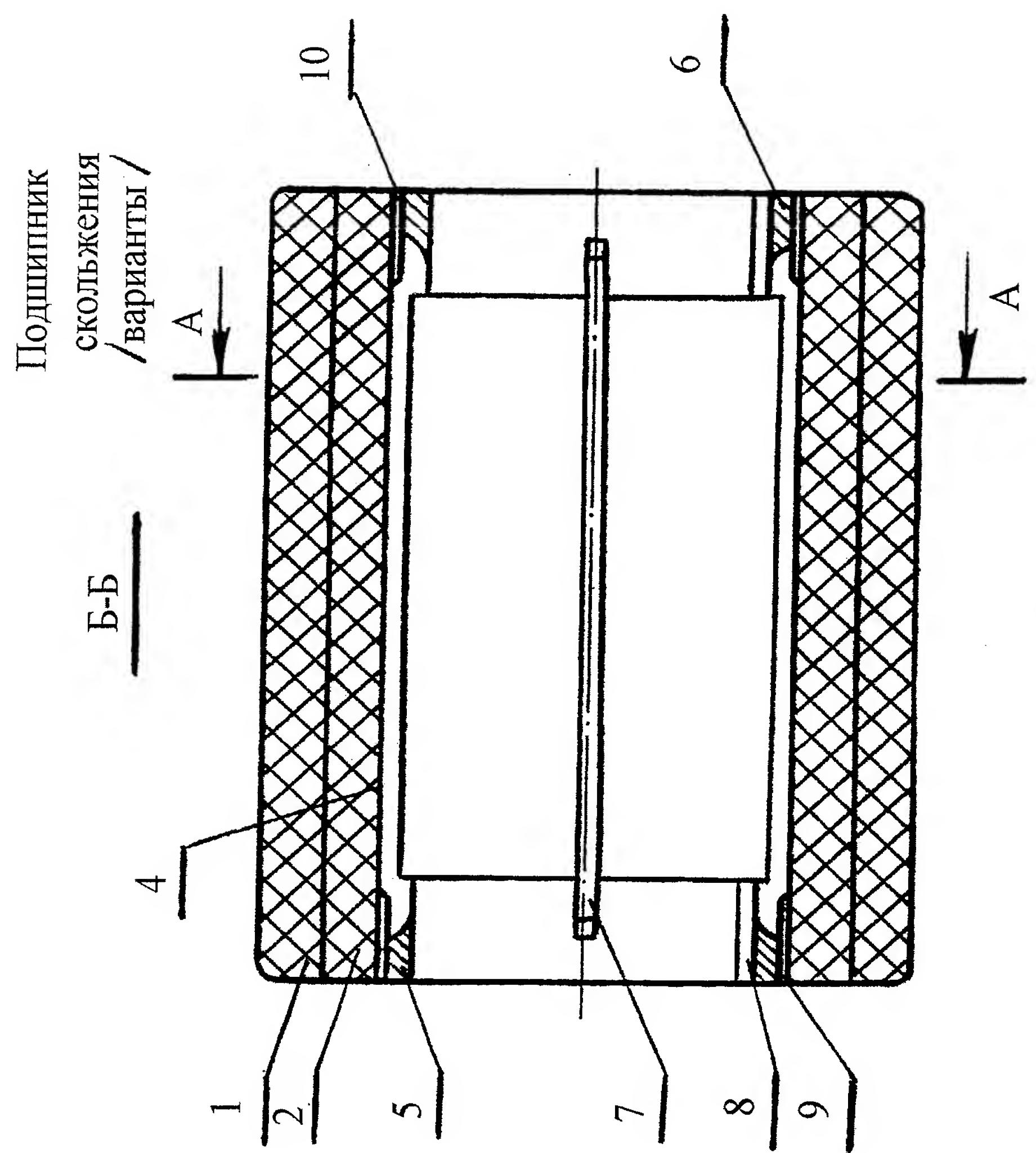
1. Подшипник скольжения, содержащий керамическую пару трения, образованную неподвижной наружной обоймой и подвижной внутренней втулкой, в которой плотно закреплена упругая втулка, служащая для передачи вращения от вала, отличающийся тем, что упругая втулка по своей длине выполнена со ступенчатой формой поверхности, образованной центральным и концевыми участками, центральный участок выполнен со сквозными продольными прорезями, плотное закрепление упругой втулки образовано только на длине ее центрального участка, а ее концевые участки выполнены с возможностью соединения с валом.

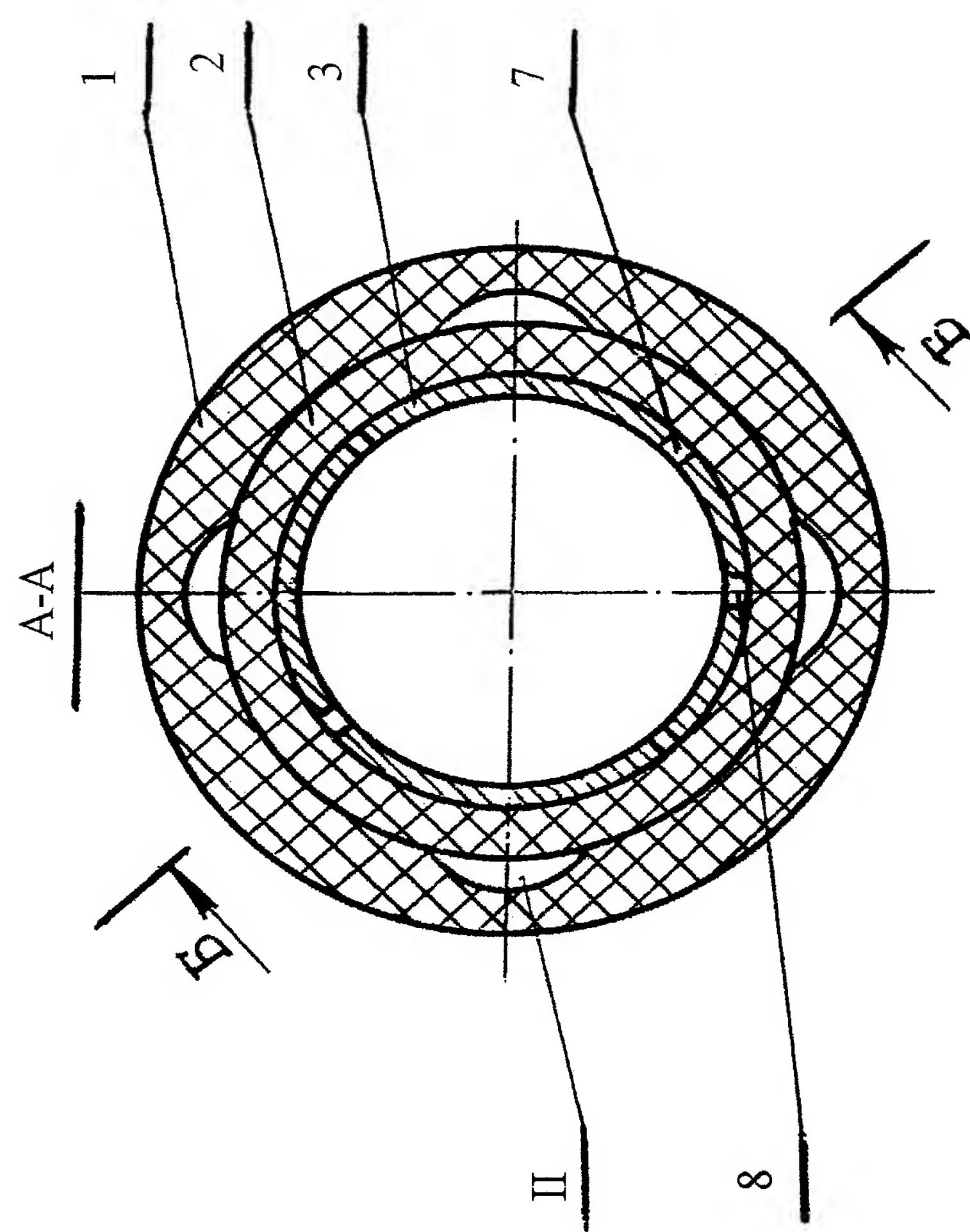
2. Подшипник скольжения, содержащий керамическую пару трения, образованную неподвижной наружной обоймой и подвижной внутренней втулкой, в которой плотно закреплена упругая втулка, служащая для передачи вращения от вала, отличающийся тем, что упругая втулка по своей длине выполнена со ступенчатой формой поверхности, образованной центральным и концевыми участками, центральный участок выполнен в виде ленточной пружины с витками, ориентированными в направлении, противоположном направлению вращению вала, плотное закрепление упругой втулки образовано только на длине ее центрального участка, а ее концевые участки выполнены с возможностью соединения с валом.

3. Подшипник скольжения по п. 2, отличающийся тем, что ленточная пружина выполнена по меньшей мере двухзаходной.

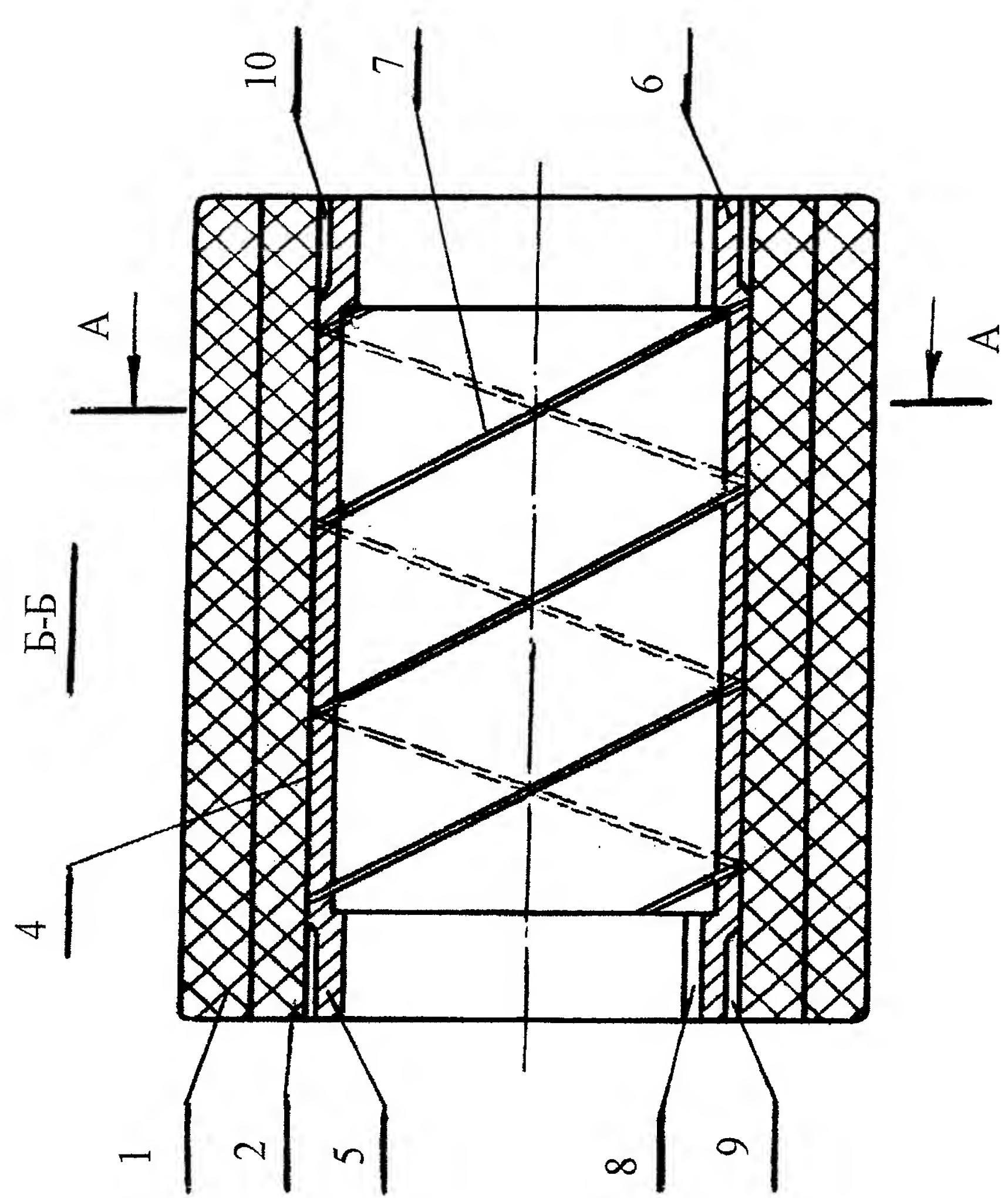
РИСУНКИ

[Рисунок 1](#), [Рисунок 2](#), [Рисунок 3](#), [Рисунок 4](#)

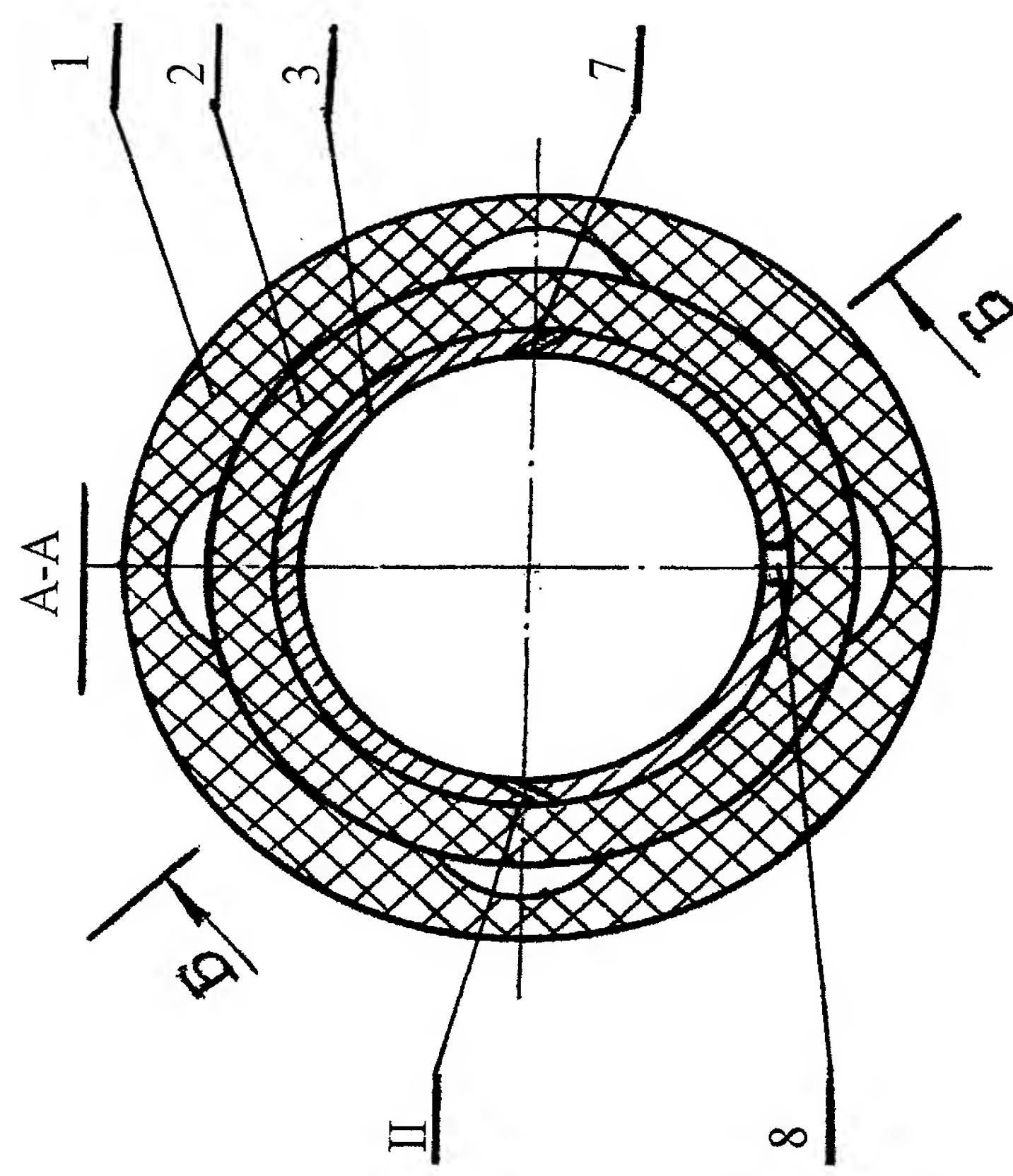




Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4